



**Barcelona
Supercomputing
Center**

Centro Nacional de Supercomputación



EXCELENCIA
SEVERO
OCHOA

¿Como puede la investigación climática ayudar a las energías renovables?

Nicola Cortesi

Earth System Services Group
Earth Sciences Department (BSC-ES)





- Nacido en el 2005
- 450 empleados

- MareNostrum: 11 Petaflops
- 400 Terabytes de RAM

EARTH SYSTEM SERVICES

Agriculture and water management

Big Data & HPC

Insurance

Solar energy

Urban development

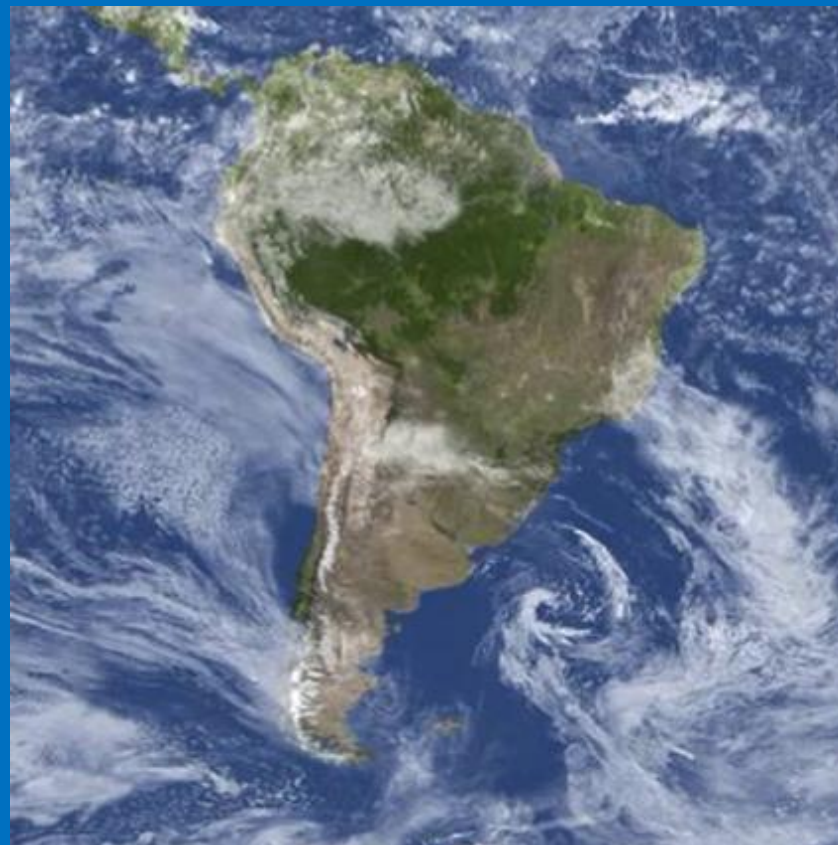
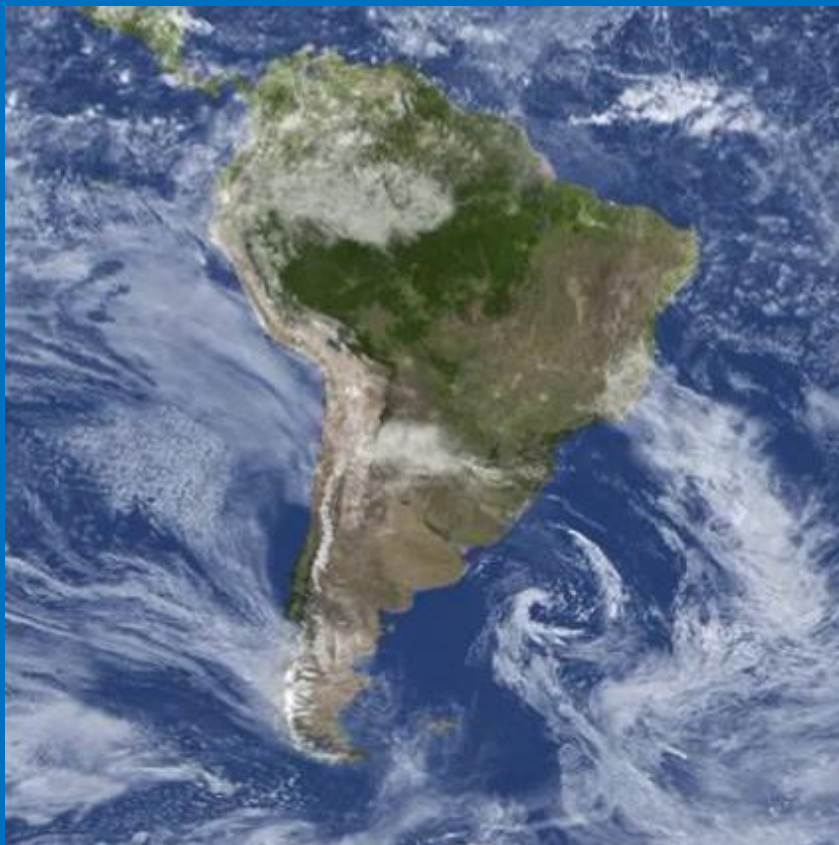
Wind energy

Seasonal Hurricane Predictions

7 PREDICTED

6 TO DATE

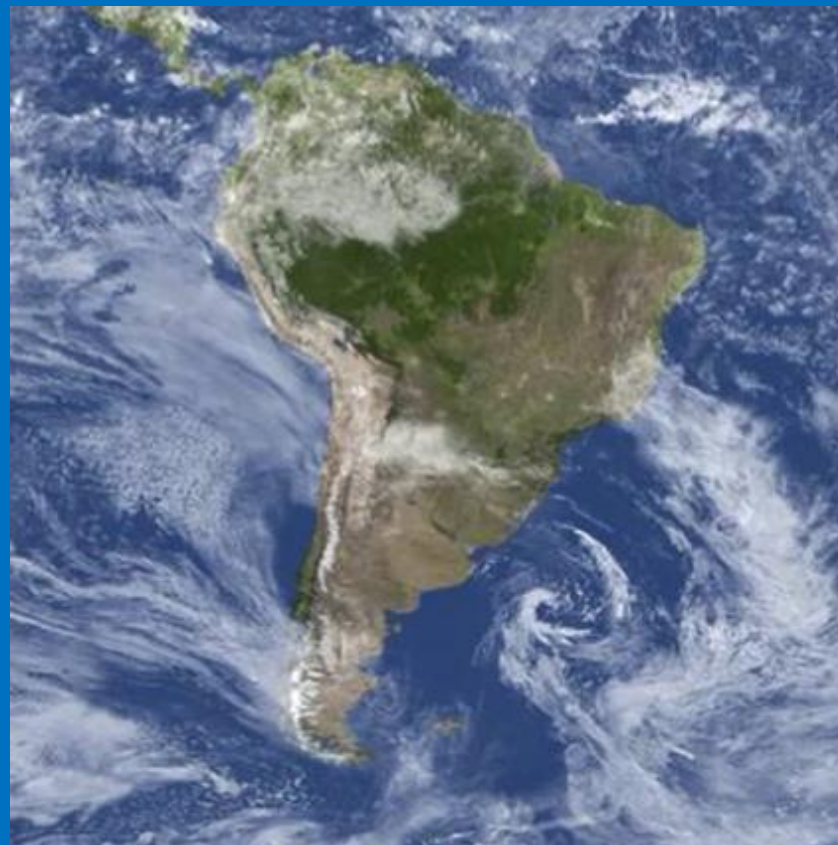
¿Cuál es la diferencia?



¿Cuál es la diferencia?

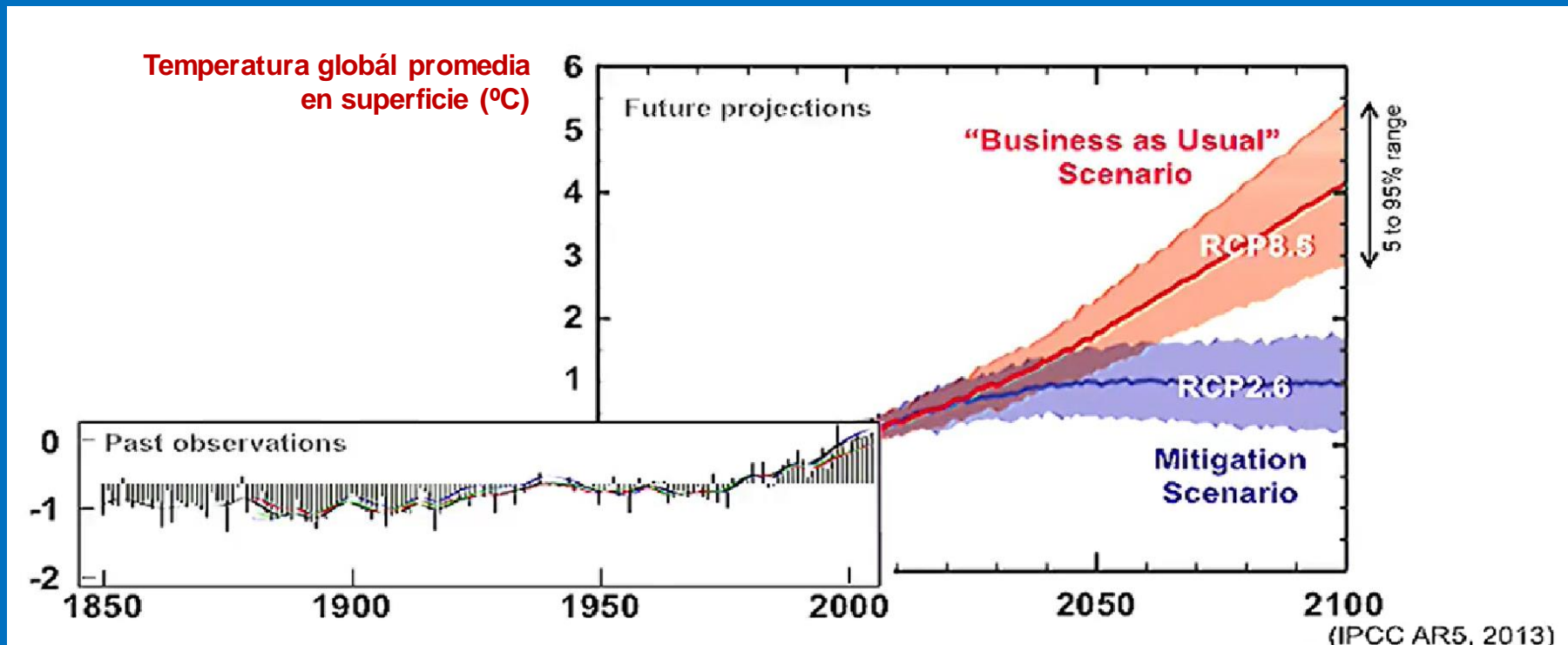


Albedo: 30%

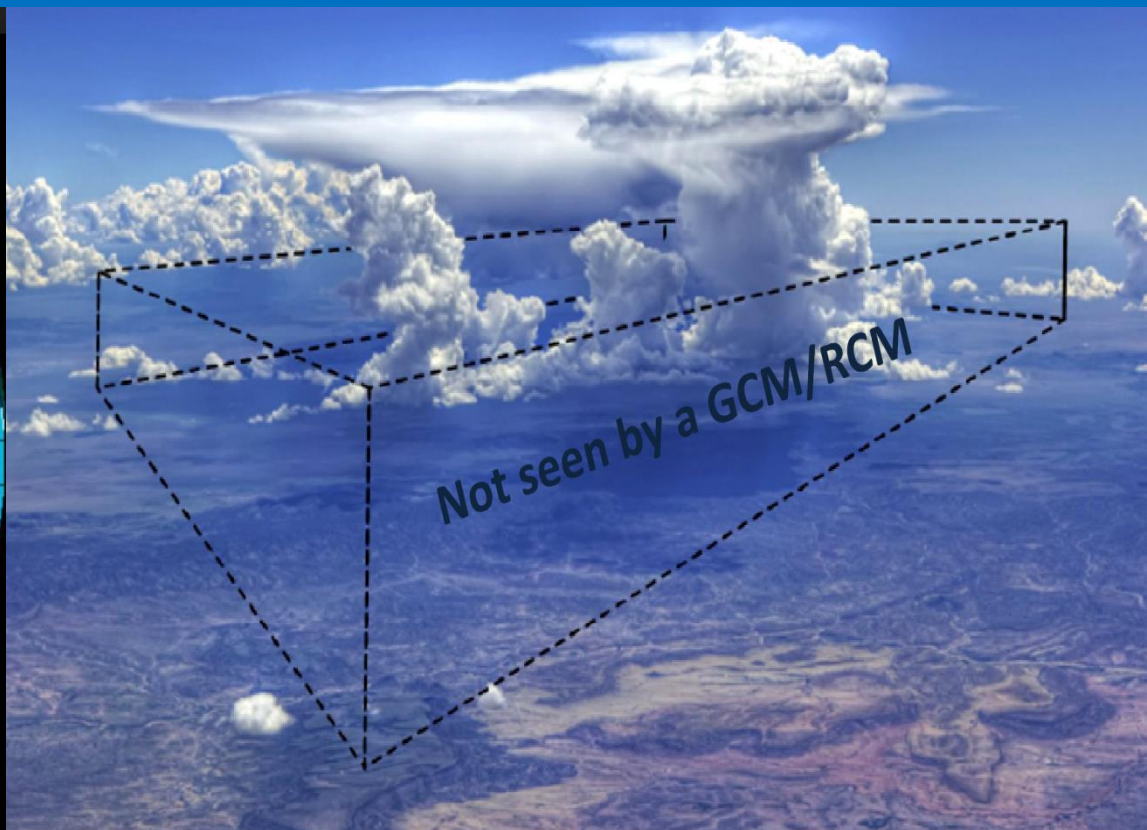
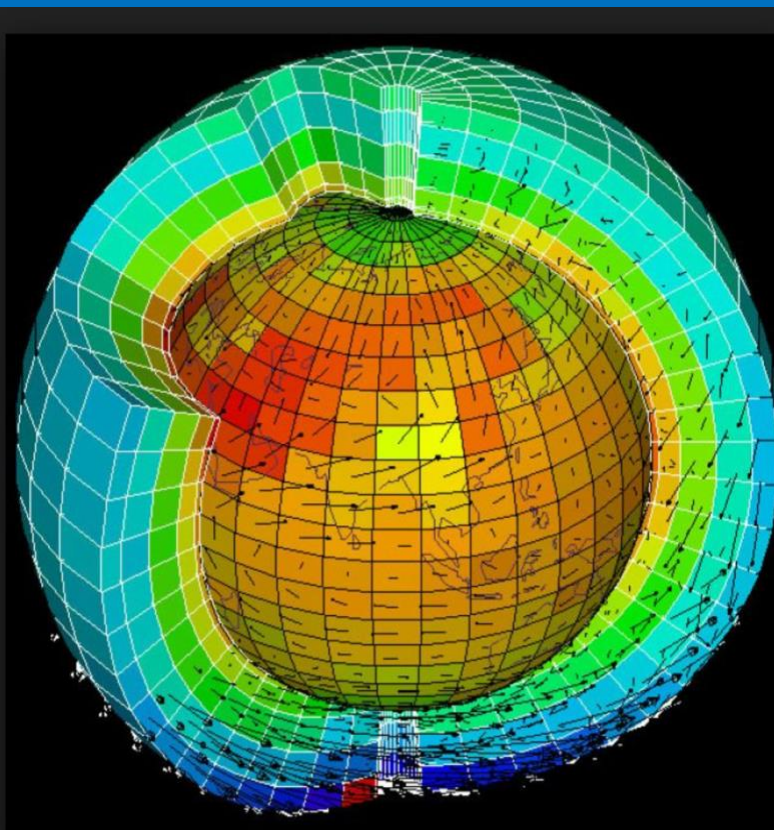


Albedo: 32%

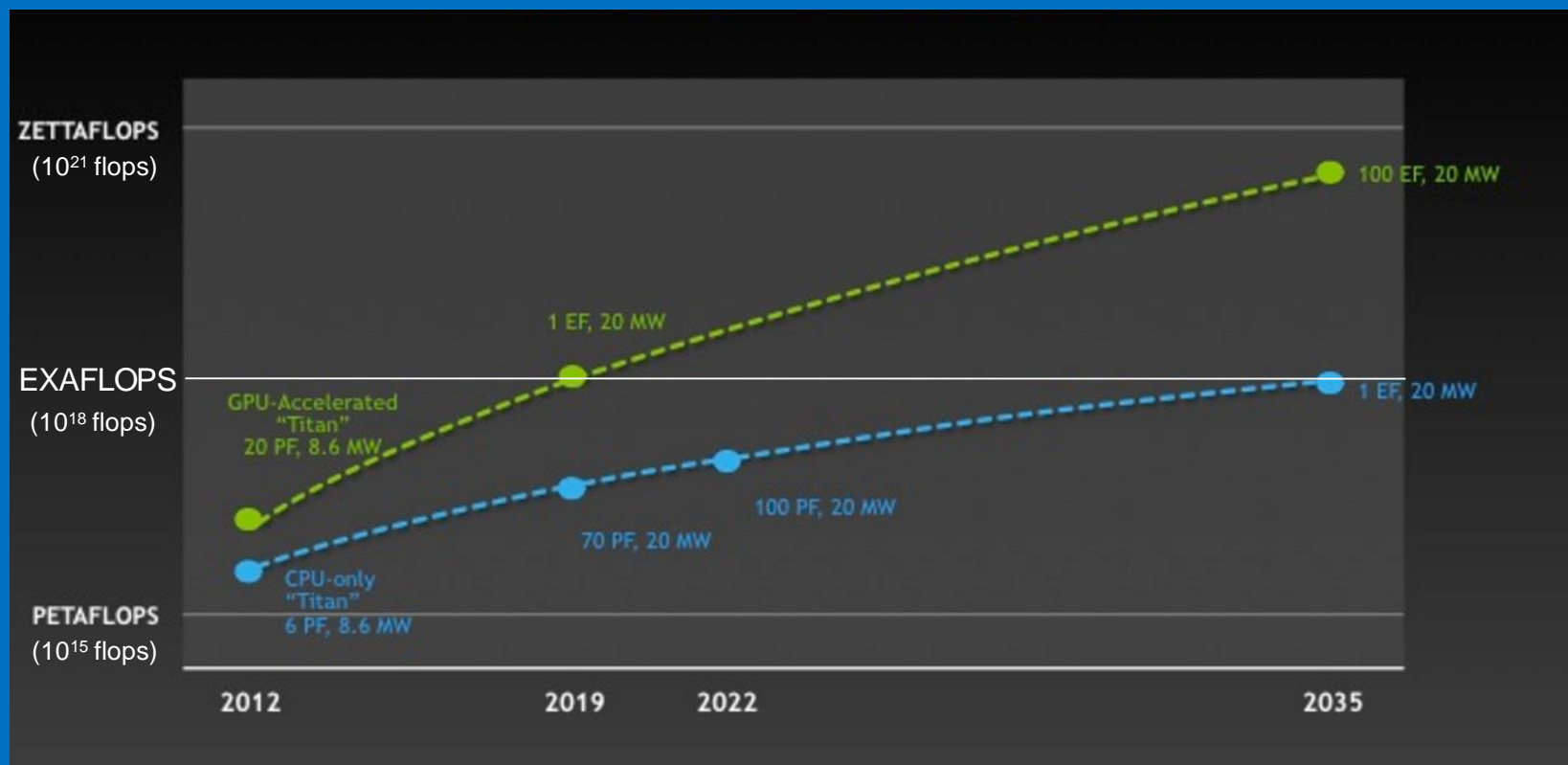
Efecto invernadero pasado, presente y futuro



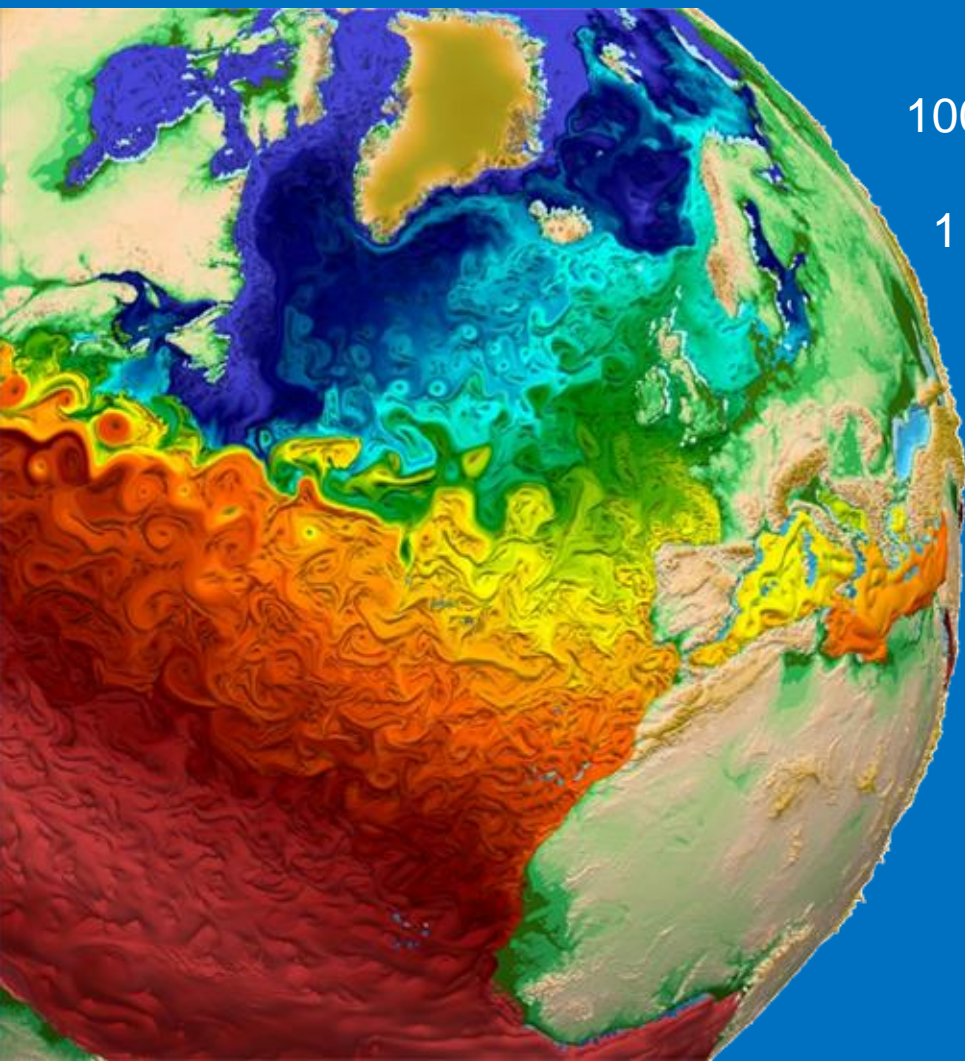
Los modelos climáticos globales (GCM) aún no son bastante precisos



La carrera por el Exascale



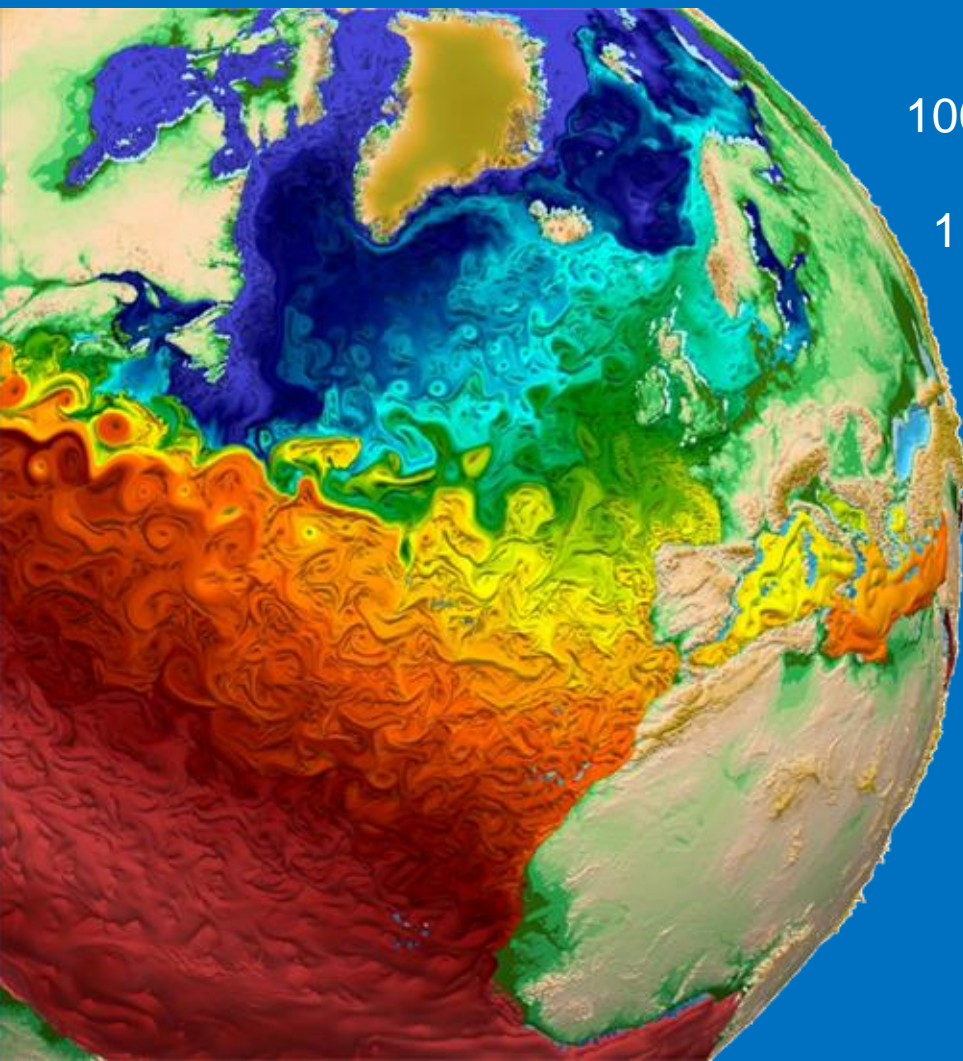
Tamaño típico del output de los modelos climáticos globales



100 km resolución, 40 niveles vert.: 40 GB/año

1 km resolución, 80 niveles vert.: 800 TB/año

Tamaño típico del output de los modelos climáticos globales

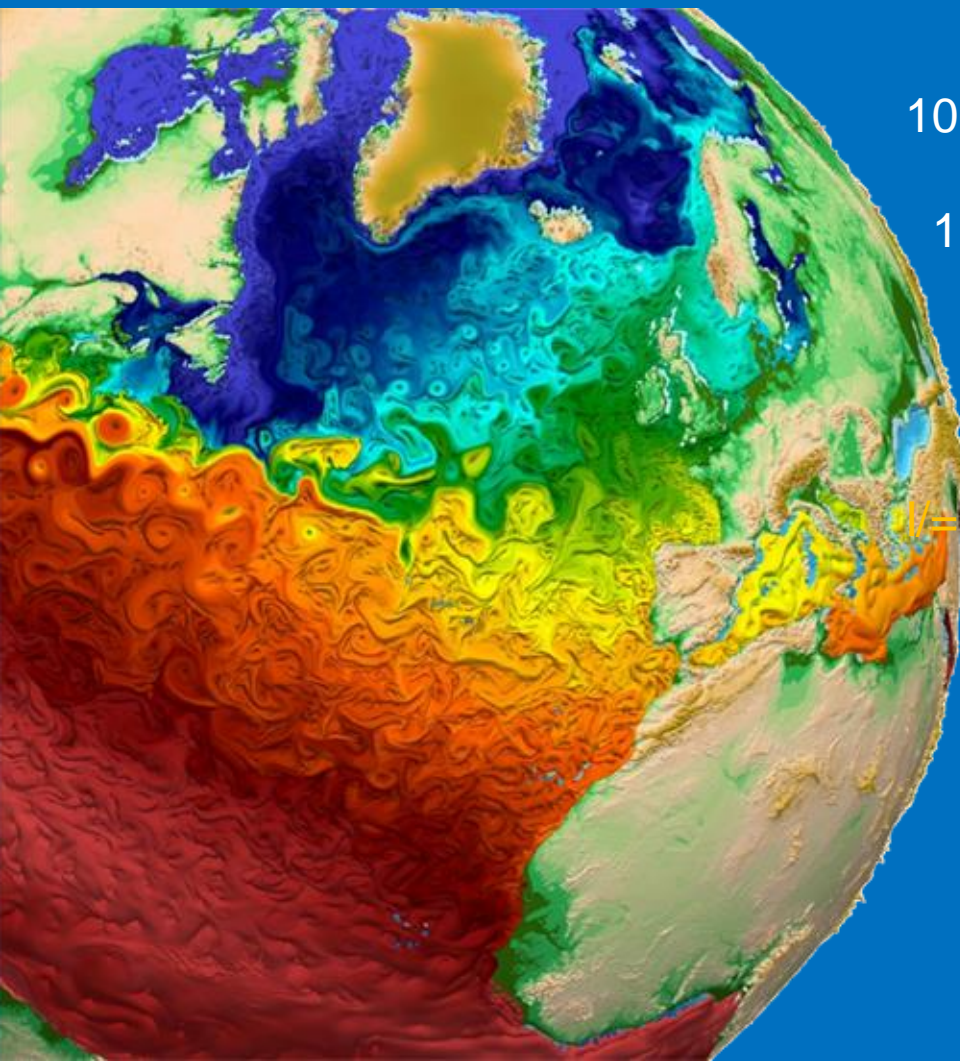


100 km resolución, 40 niveles vert.: **40 GB/año**

1 km resolución, 80 niveles vert.: **800 TB/año**

x200 años (1900-2100): **160 PB**

Tamaño típico del output de los modelos climáticos globales



100 km resolución, 40 niveles vert.: **40 GB/año**

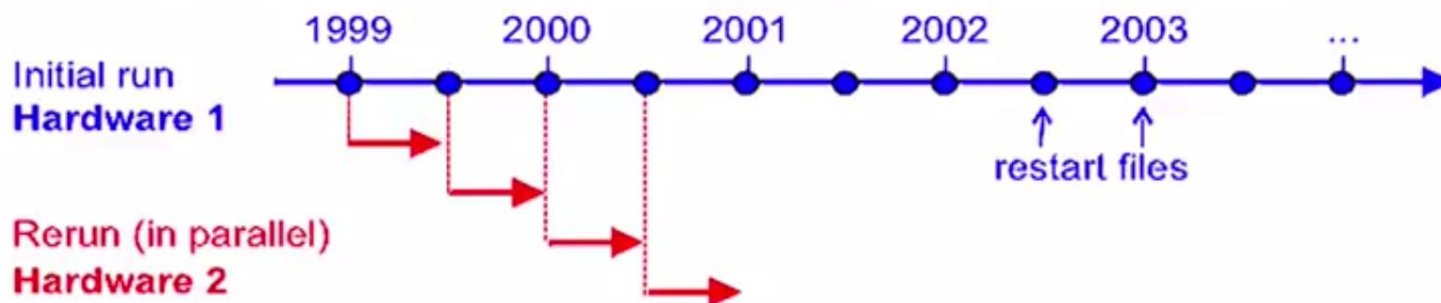
1 km resolución, 80 niveles vert.: **800 TB/año**

x200 años (1900-2100): **160 PB**

Escribir con I/O de 100 GB/s : **20 días**

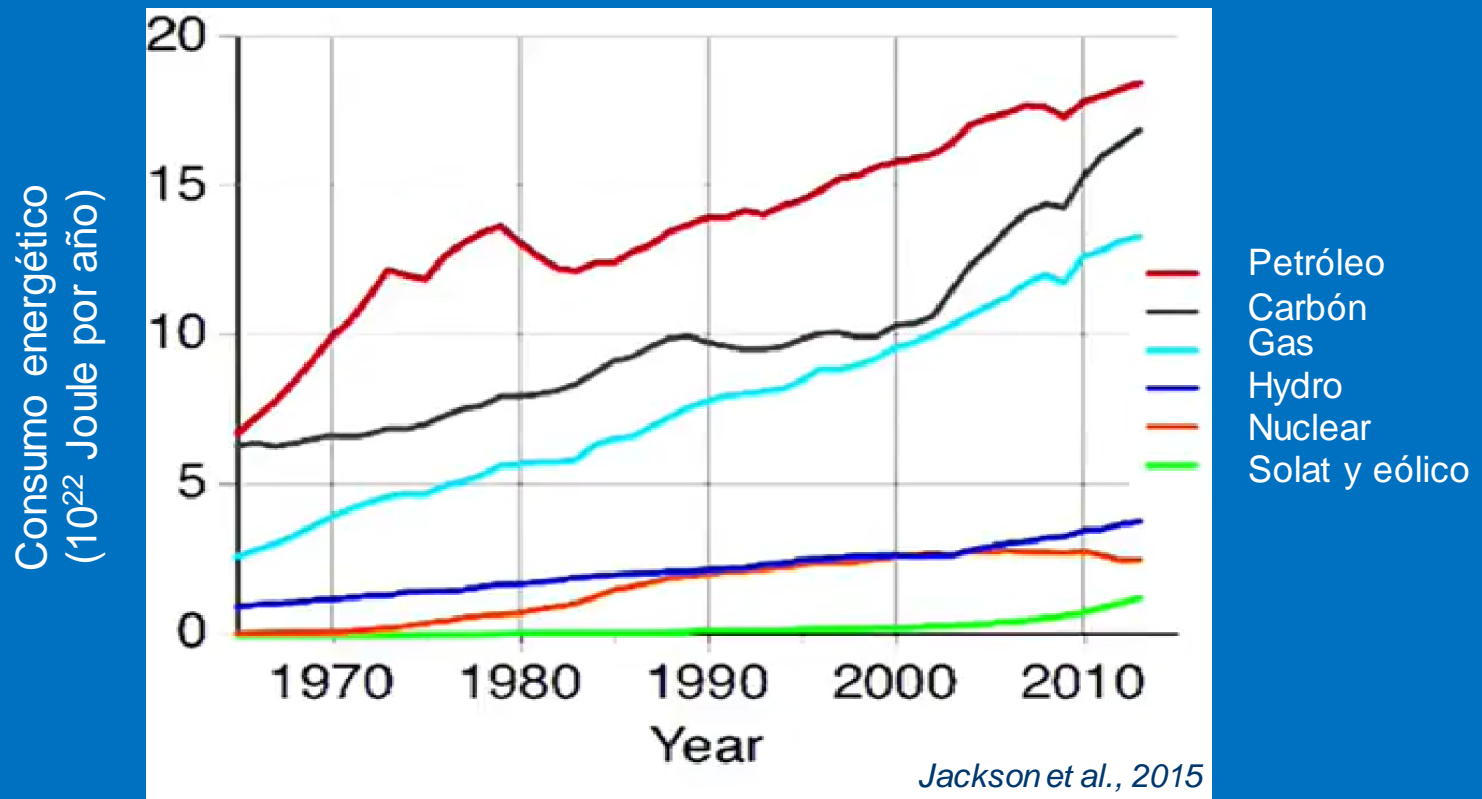
Simulaciones no almacenadas

- **Create and repeat model simulation, and use online analysis**

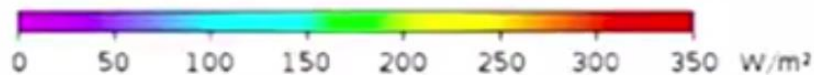
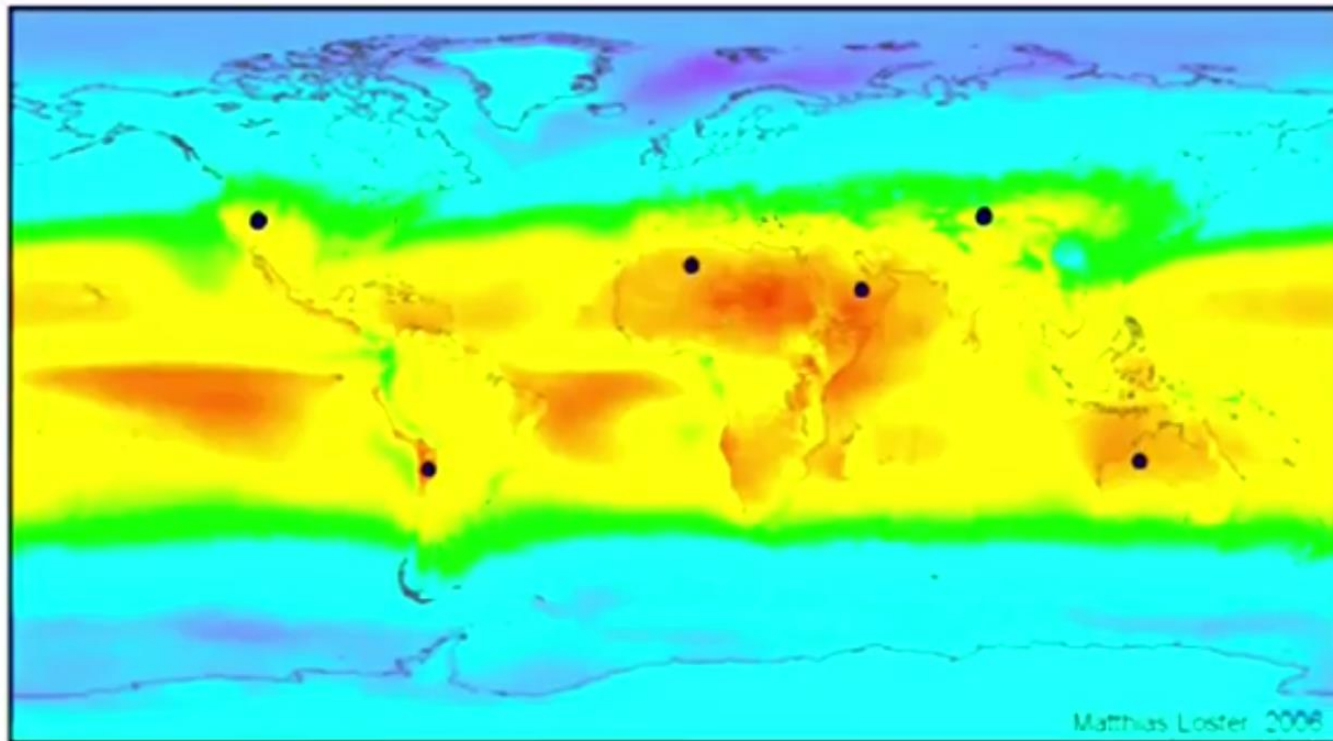


- **Requires bit-reproducible code across hardware platforms**
Appears feasible, partly guaranteed by IEEE standards, initial version for COSMO already available (Andrea Arleaga, Christophe Charpillot, et al.)
- **Requires data-virtualization layer (DVL)**
Exploits the trade-off between computational effort (time) and storage effort (space).
Prototypes available (Torsten Hoeffler, Salvatore di Girolamo)

Evolución del consumo energético mundial por tecnología

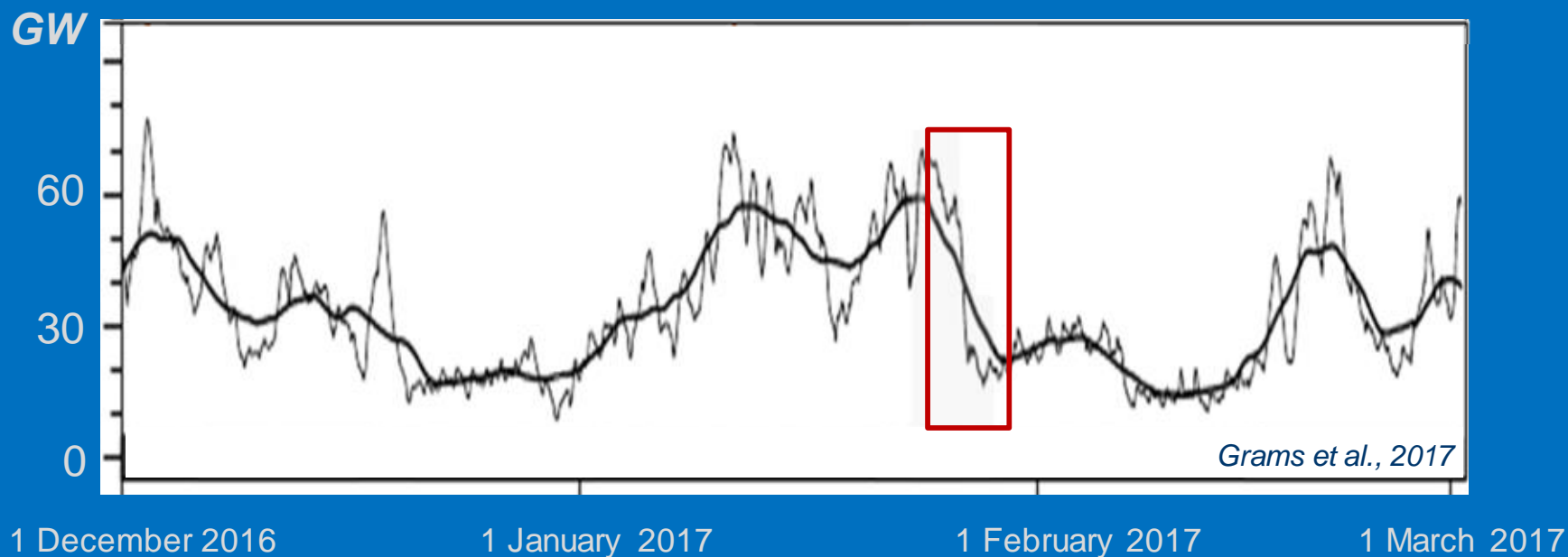


Solar fotovoltaico como única fuente de energía

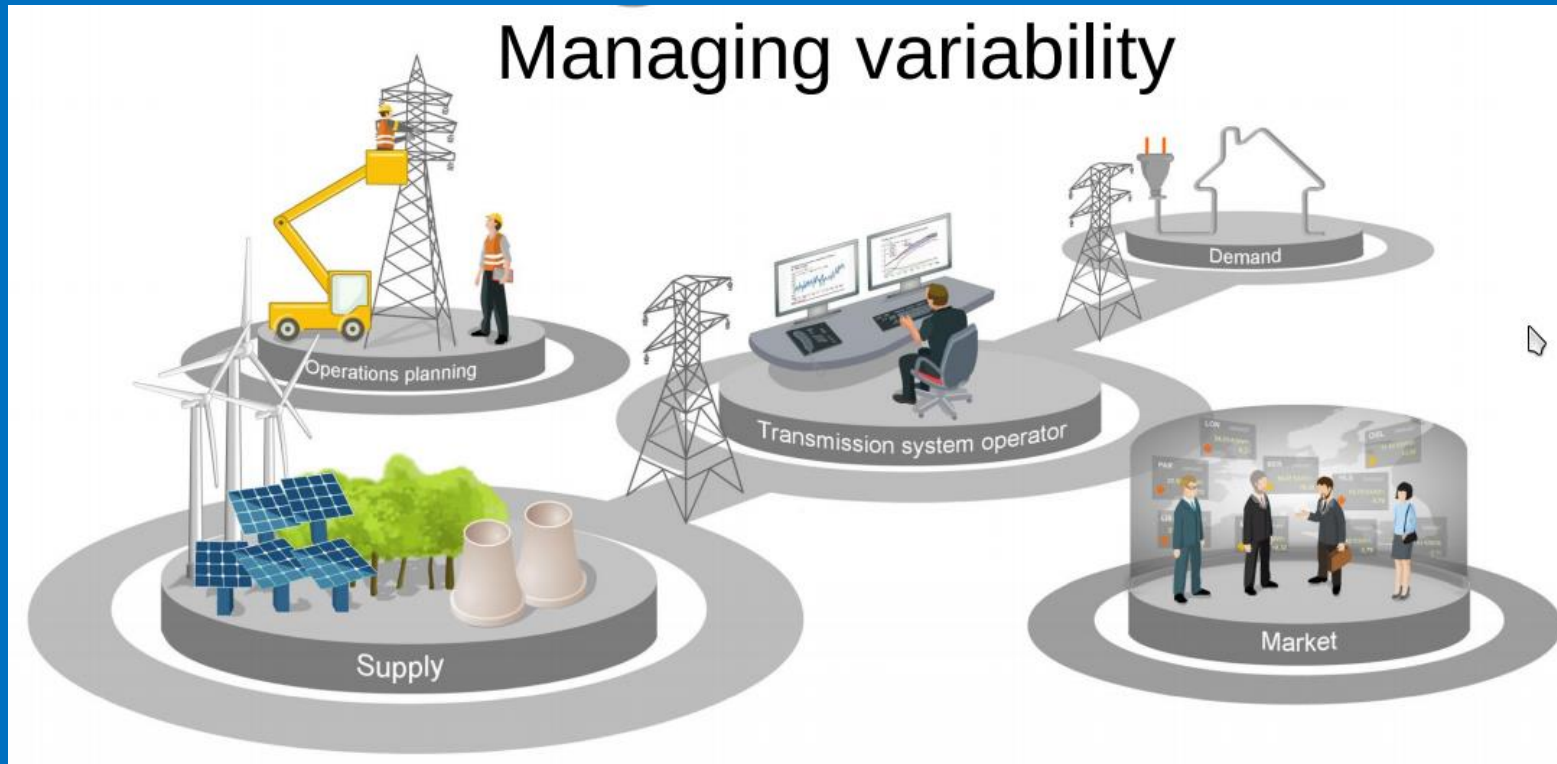


$\Sigma \bullet = 18 \text{ TWe}$

Producción total Europea de energía eólica durante el invierno 2016-2017



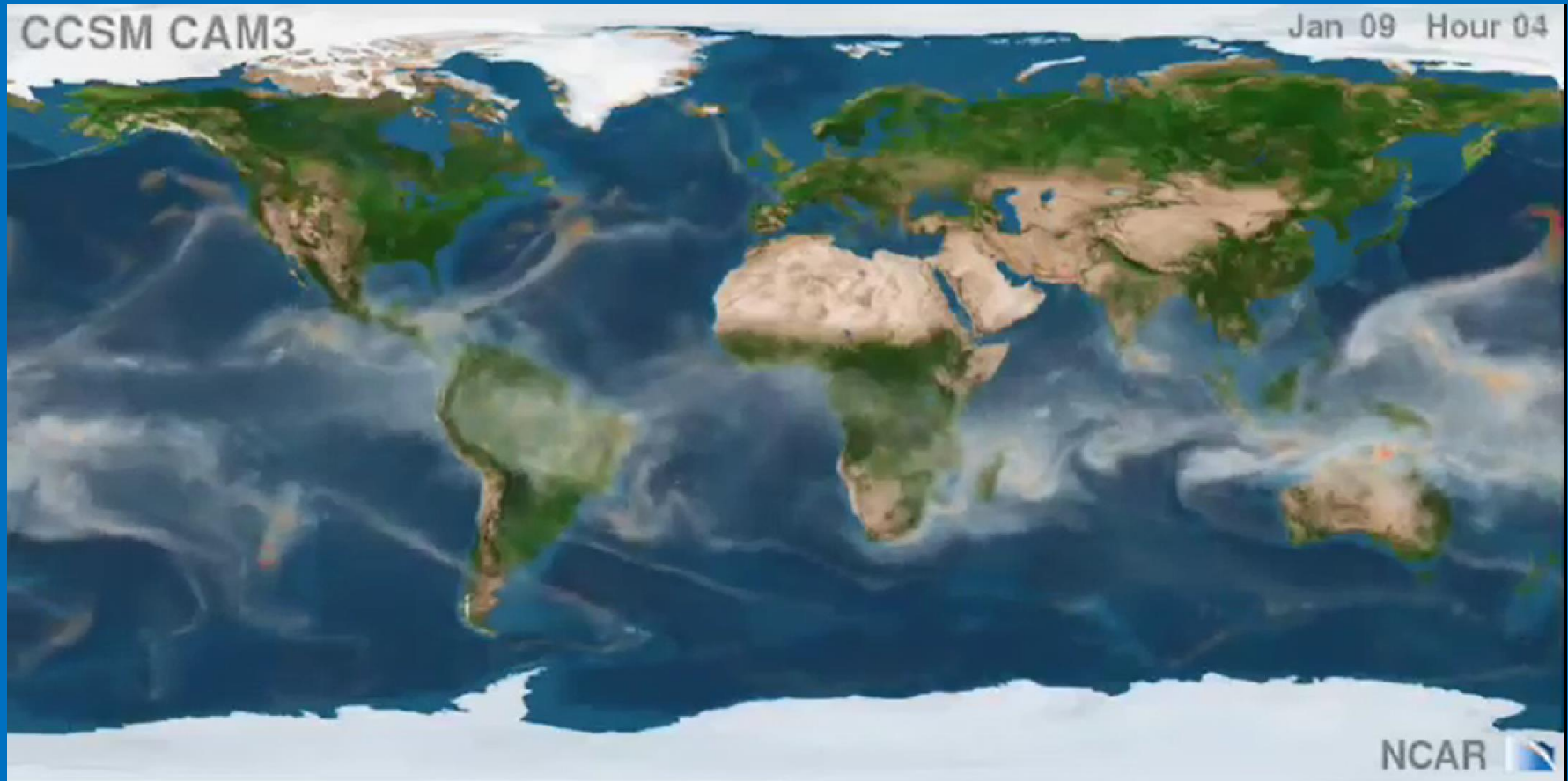
Venta flexible de la electricidad para reducir la variabilidad



Desafíos de las Energías Renovables en el siglo XXI



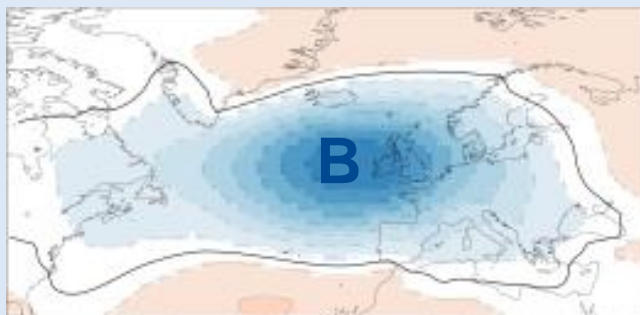
**Barcelona
Supercomputing
Center**
Centro Nacional de Supercomputación



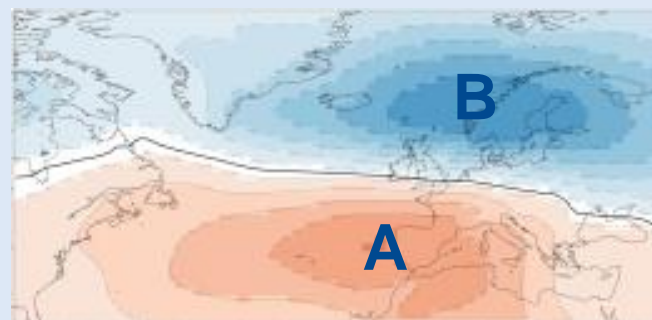
Regímenes de tiempo en el Norte Atlántico en Enero 1981-2016

Fuente: reanálisis JRA-55

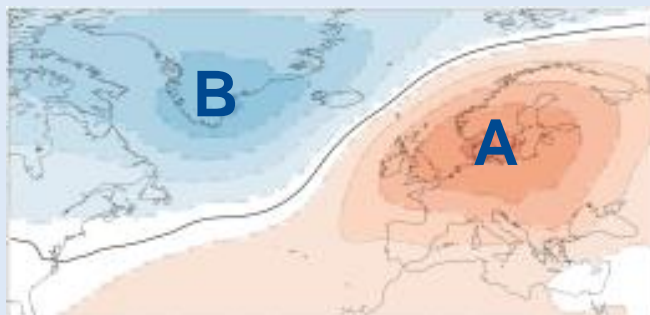
Regimen #1 ($F=24.8\%$)



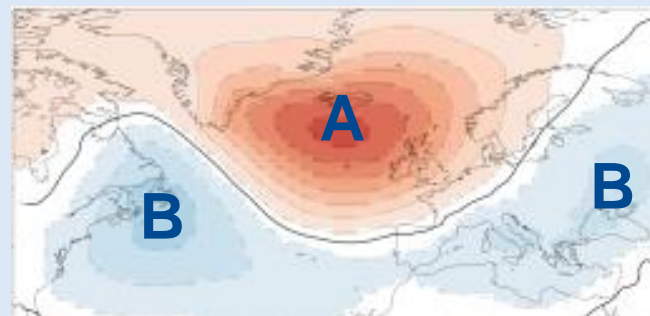
Regimen #2 ($F=23.8\%$)



Regimen #3 ($F=28.0\%$)

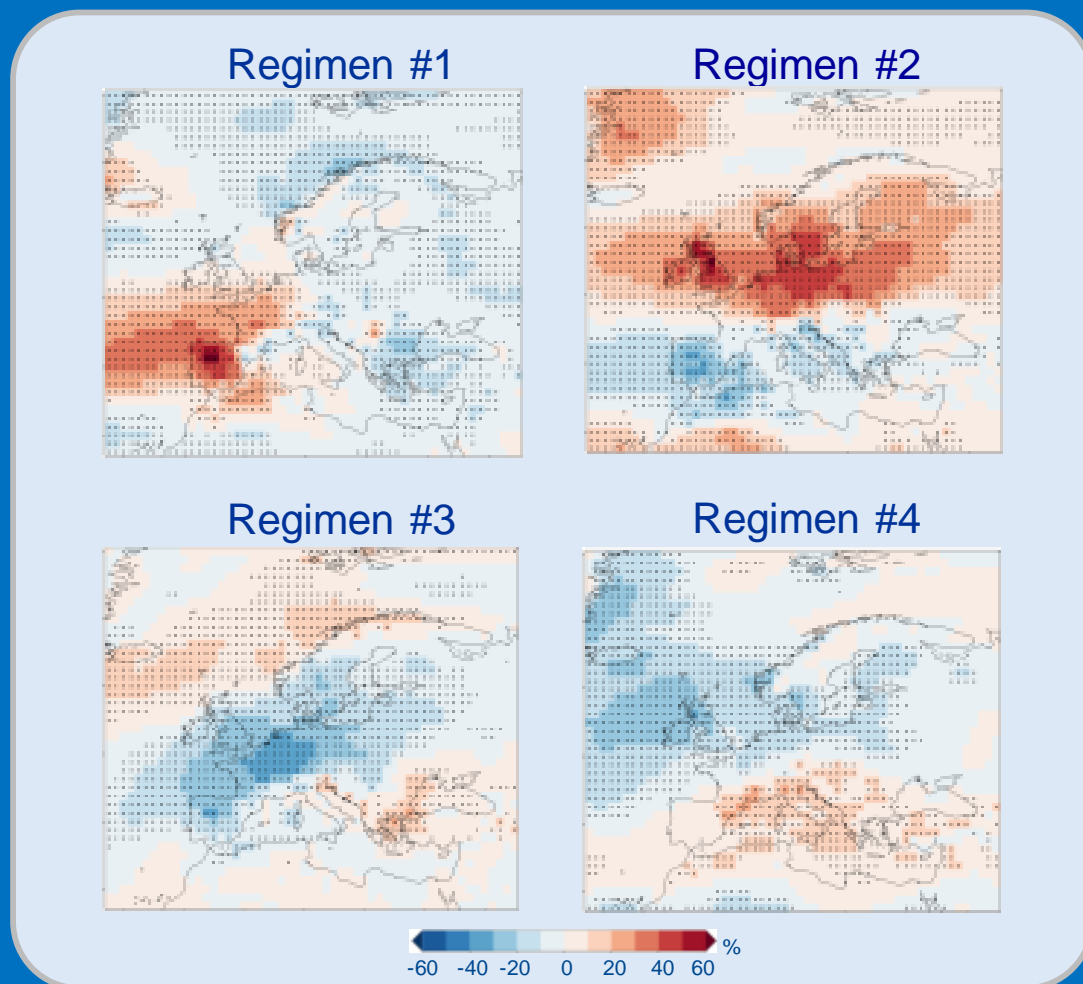


Regimen #4 ($F=23.9\%$)



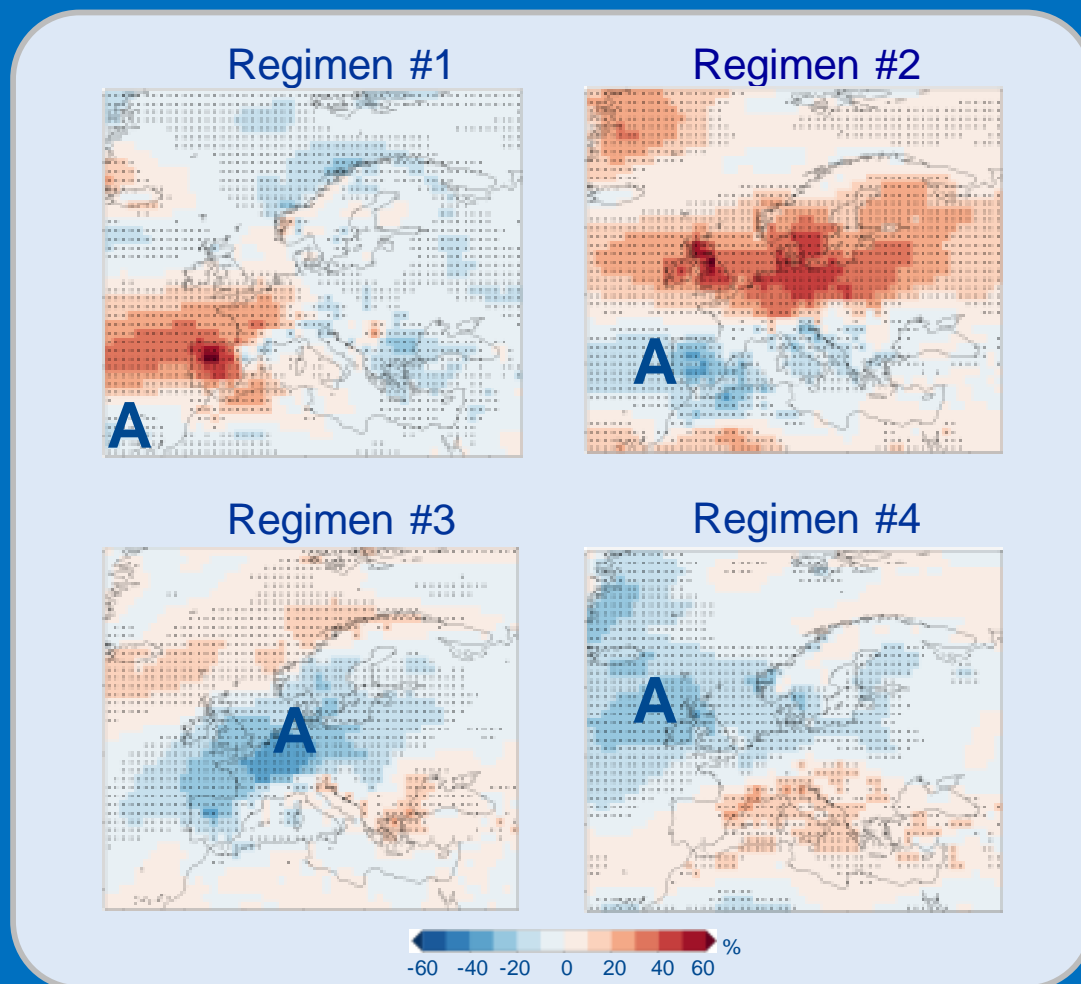
Impacto de los regímenes en la velocidad del viento en Enero 1981-2016

Fuente: reanálisis JRA-55



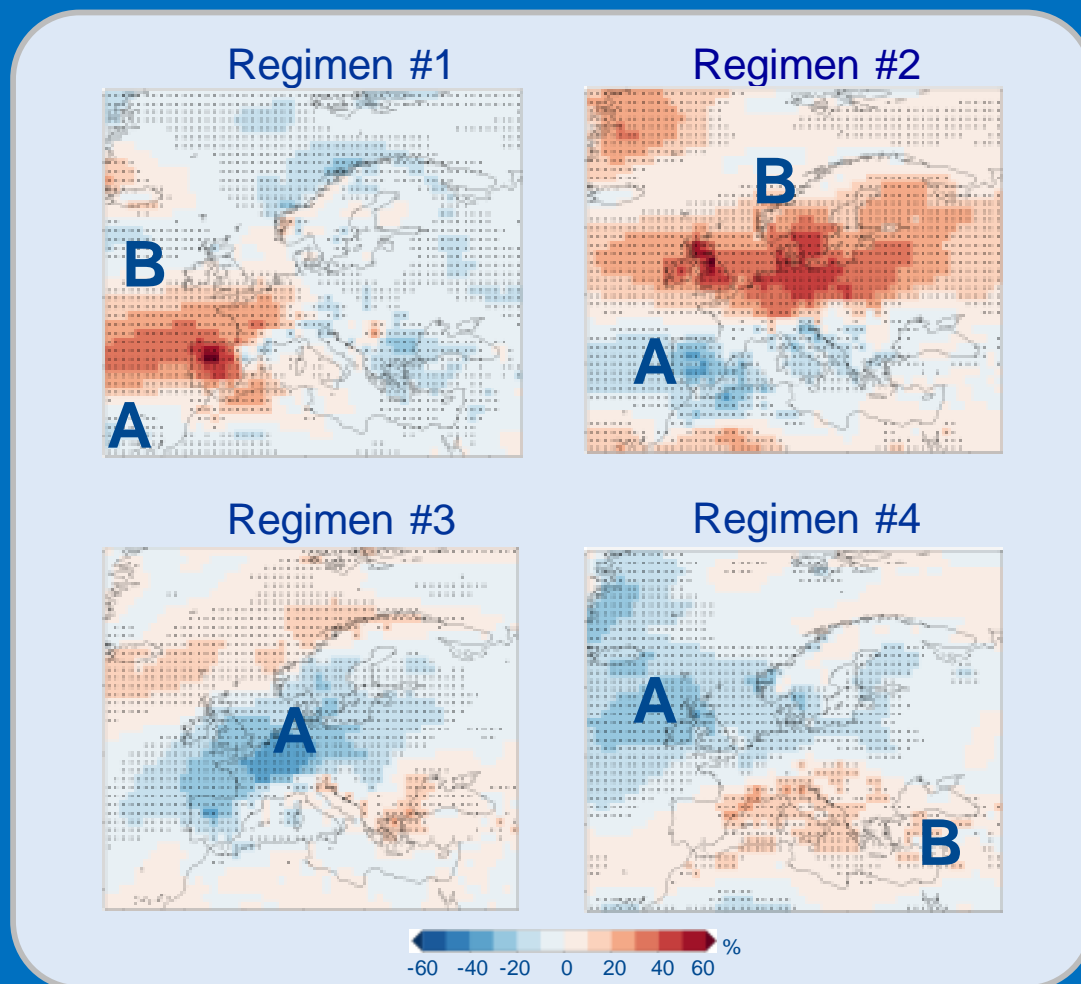
Impacto de los regímenes en la velocidad del viento en Enero 1981-2016

Fuente: reanálisis JRA-55

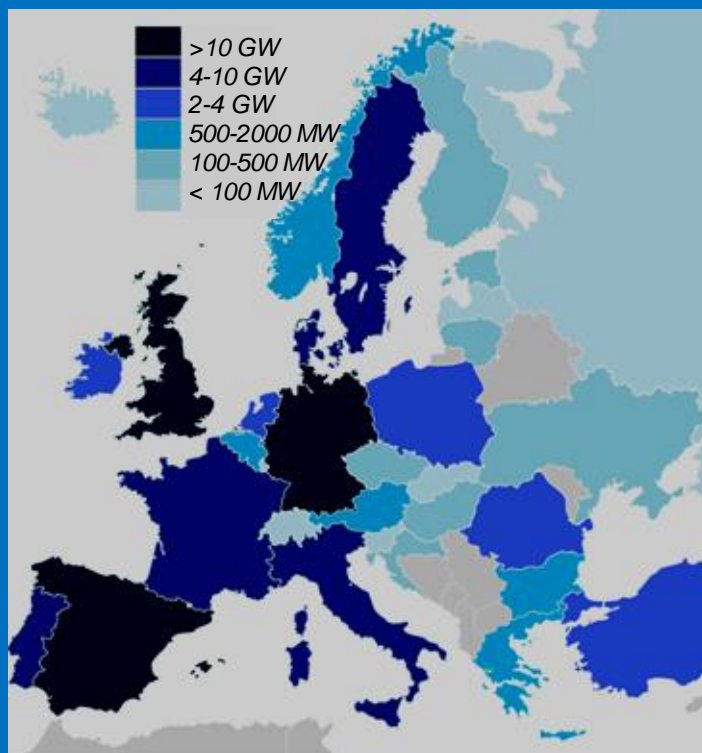


Impacto de los regímenes en la velocidad del viento en Enero 1981-2016

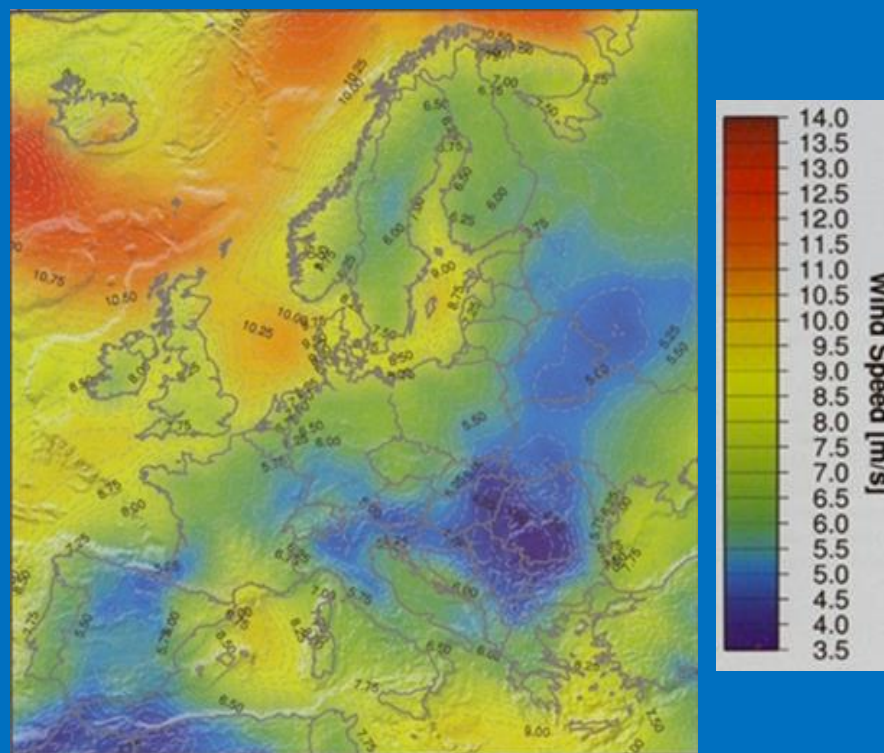
Fuente: reanálisis JRA-55



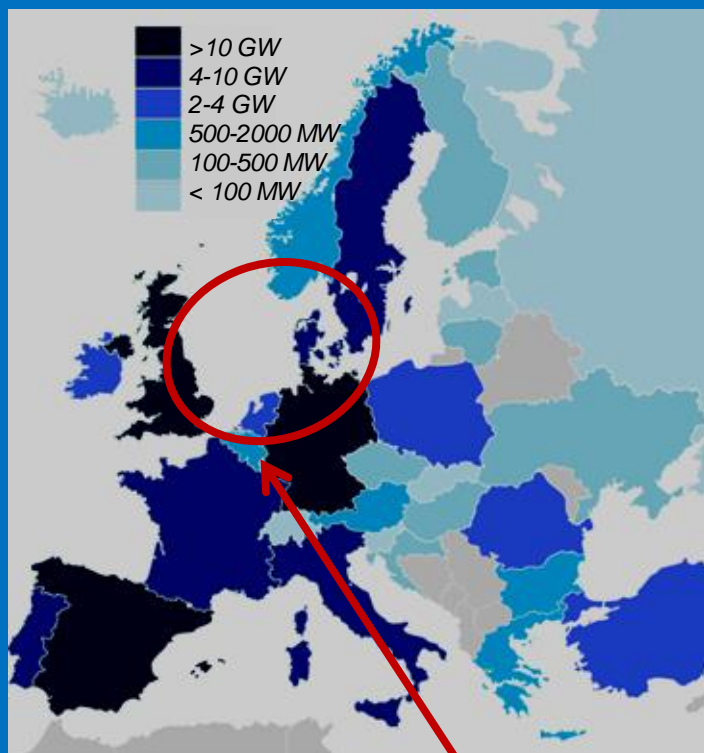
Potencia eólica instalada en el 2012



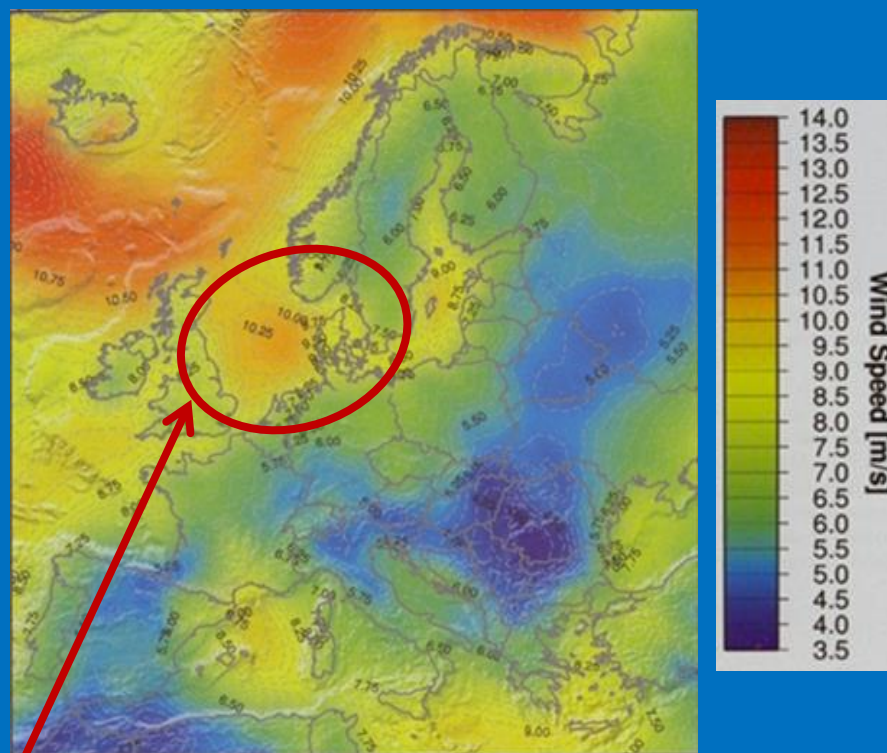
Promedio anual velocidad del viento en superficie



*Potencia eólica
instalada en el 2012*



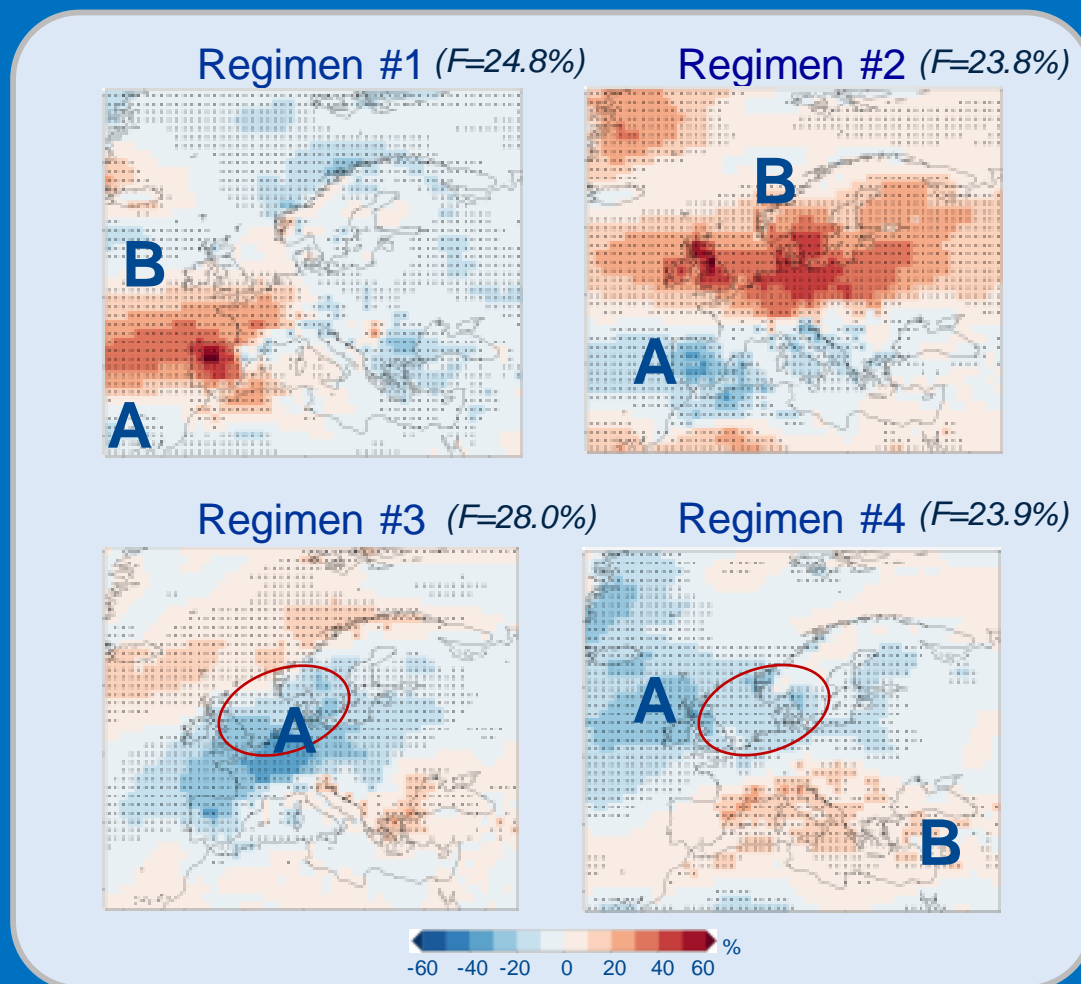
*Promedio anual velocidad
del viento en superficie*



Mar del Norte

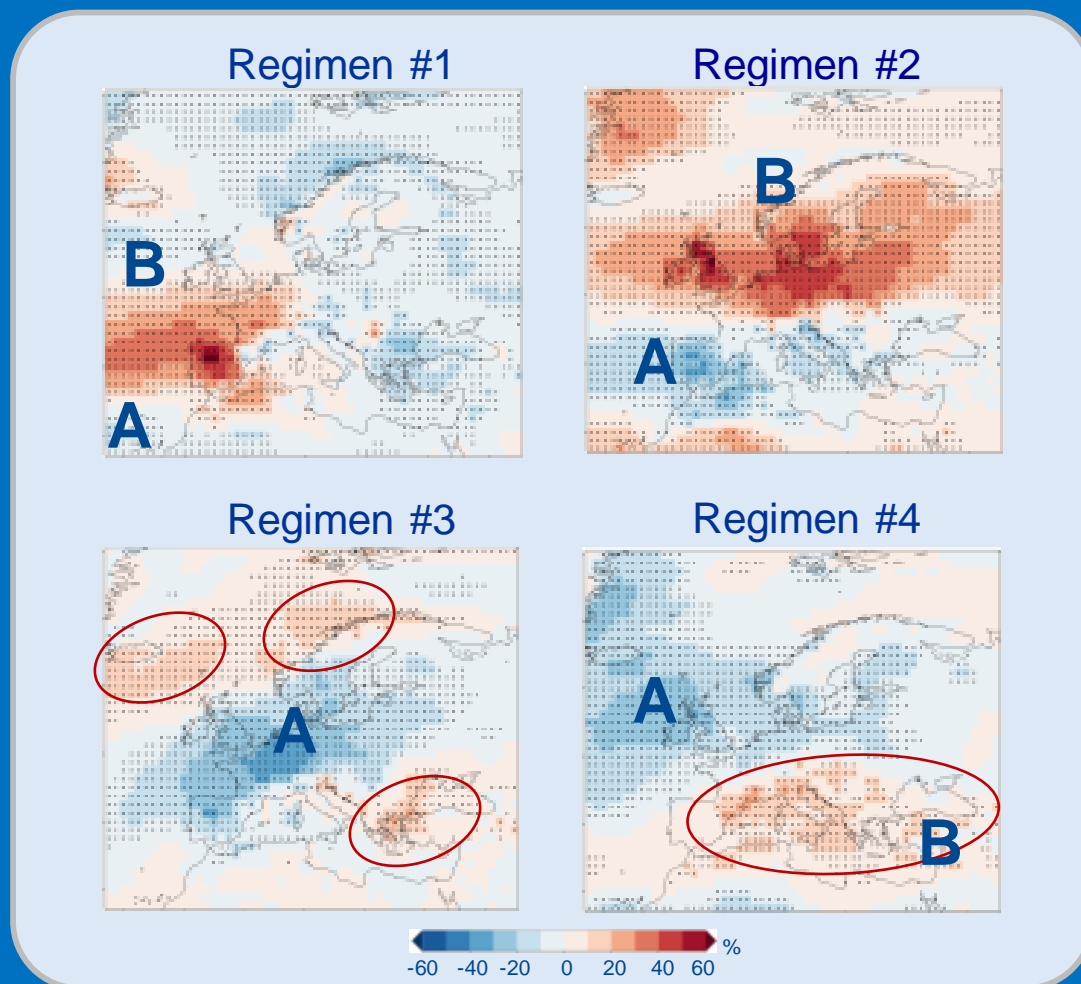
Impacto de los regímenes en la velocidad del viento en Enero 1981-2016

Fuente: reanálisis JRA-55



Impacto de los regímenes en la velocidad del viento en Enero 1981-2016

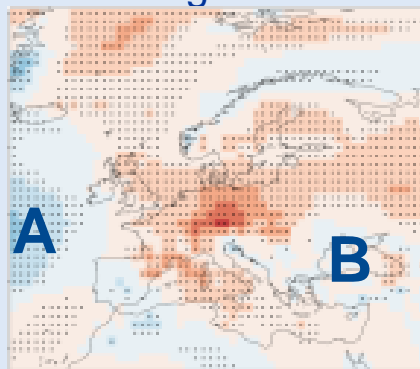
Fuente: reanálisis JRA-55



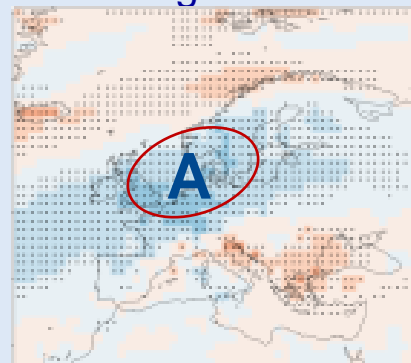
Impacto de los regímenes en la velocidad del viento en Febrero 1981-2016

Fuente: reanálisis JRA-55

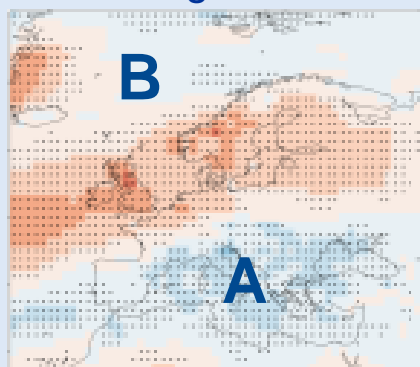
Regimen #1



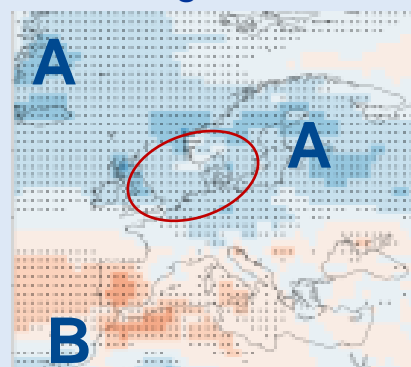
Regimen #2



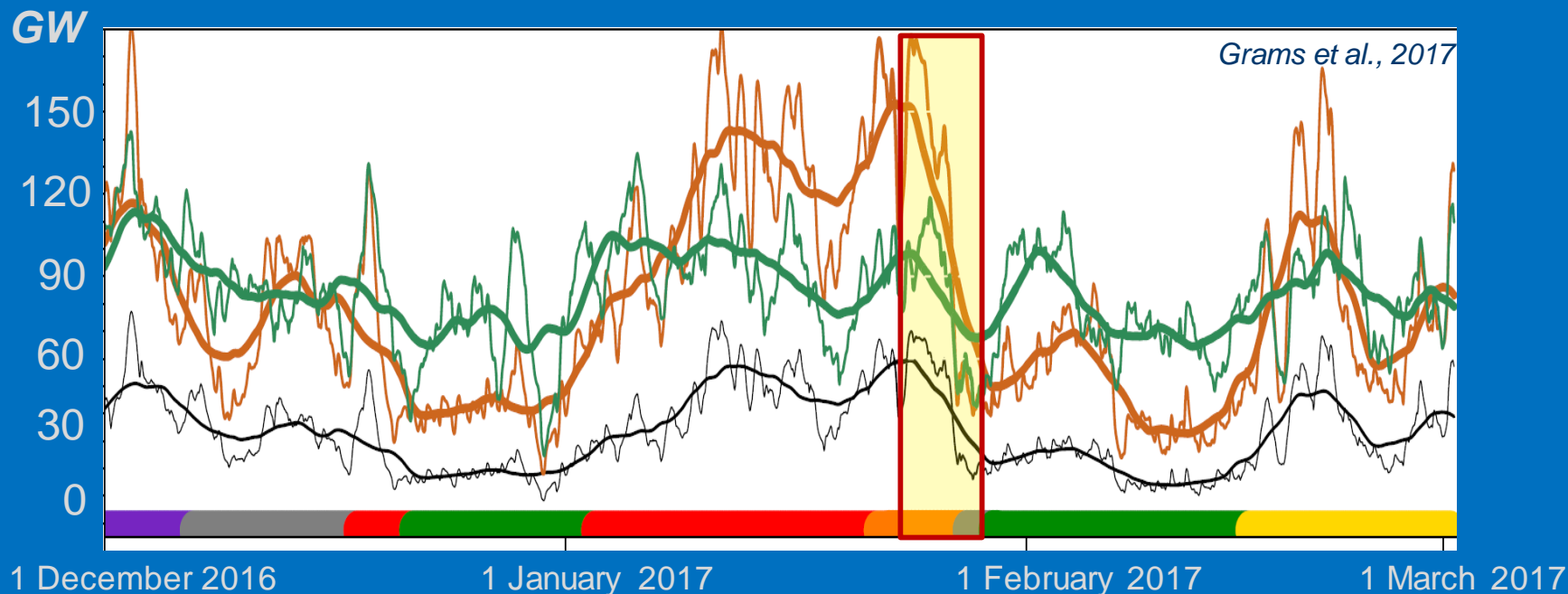
Regimen #3



Regimen #4



Producción Europea de energía eólica en el invierno 2016-2017 y 2030-2031



- Observada 2016-2017
- Predicha 2030-2031
- Predicha 2030-2031 con potencia instalada optimizada

ENERGÍA EÓLICA EN CHILE

Actualmente en Chile solo
existen parques eólicos
terrestres (onshore).

**1.411
GWh**

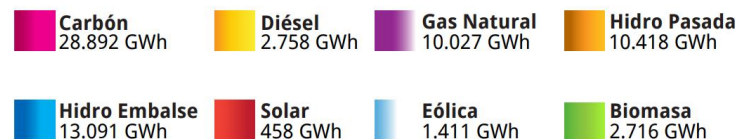
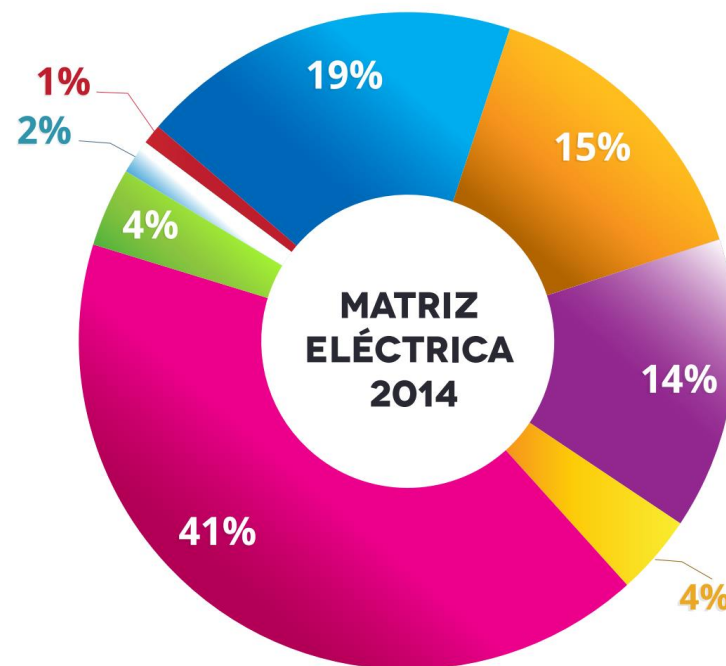
Generación eléctrica
Diciembre 2014

**833
MW**

Capacidad instalada
Diciembre 2014



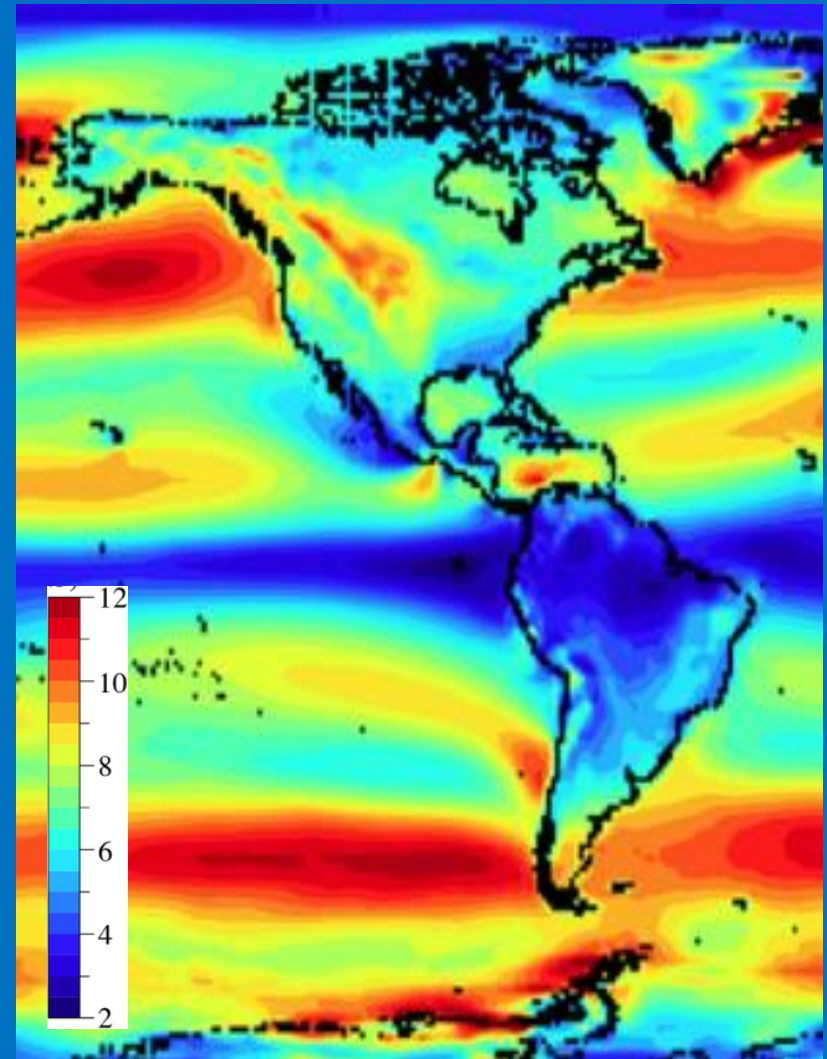
Fuente:
Renewable Energy Policy Network for 21st Century (REN21)
Comisión Nacional de Energía



Céntros de presión



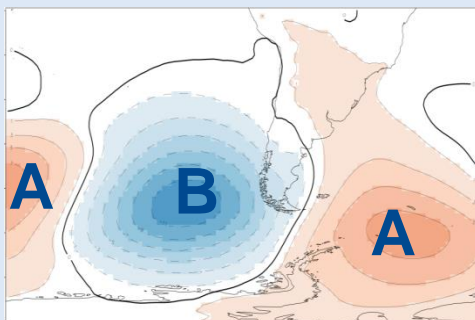
Velocidad del viento a 100 metros (m/s)



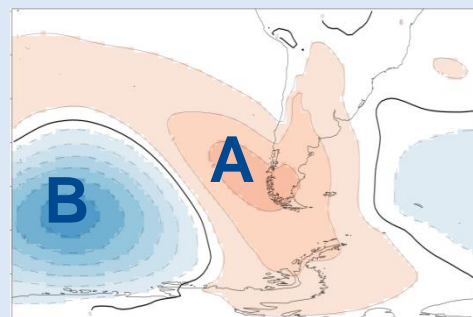
Regímenes de tiempo en Chile en Agosto 1981-2016

Fuente: reanálisis JRA-55

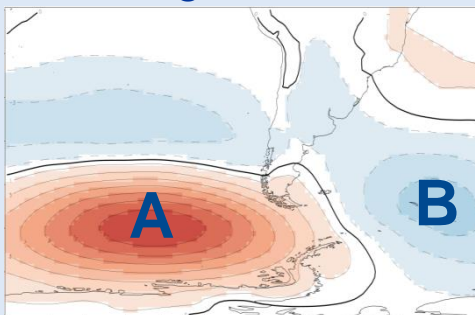
Regimen #1



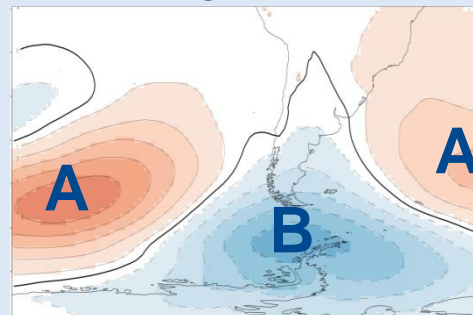
Regimen #2



Regimen #3



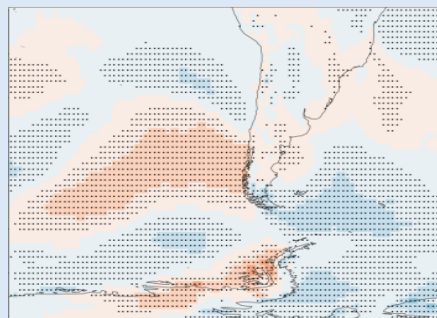
Regimen #4



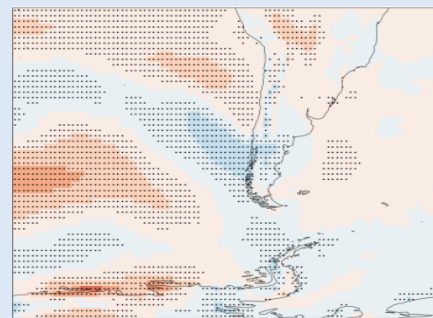
Regímenes de tiempo en Chile en Agosto 1981-2016

Fuente: reanálisis JRA-55

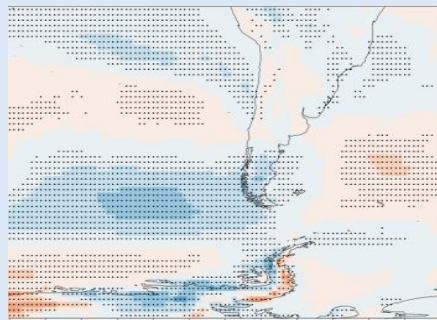
Regimen #1



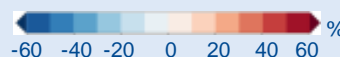
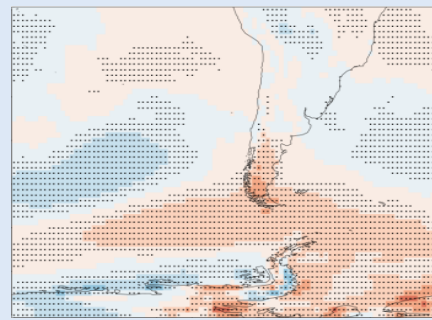
Regimen #2



Regimen #3



Regimen #4



- La generación eléctrica se está volviendo siempre más dependiente de patrones atmosféricos.
- Las variaciones semanales son muy amplias e irregulares, difíciles para balancear y pueden durar semanas.
- Gracias a la investigación climática, es posible identificar cuáles son las regiones más indicadas para balancear la producción de energía eólica, disminuyendo la variabilidad semanal de un factor de tres.
- Para eso, hará que potenciar la transmisión eléctrica a larga distancia.
- Chile no necesitará depender de otros países para balancear su energía eólica, si se instala potencia en los dos extremos norte y sur del país.

- La generación eléctrica se está volviendo siempre más dependiente de patrones atmosféricos.
- Las variaciones semanales son muy amplias e irregulares, difíciles para balancear y pueden durar semanas.
- Gracias a la investigación climática, es posible identificar cuáles son las regiones más indicadas para balancear la producción de energía eólica, disminuyendo la variabilidad semanal de un factor de tres.
- Para eso, hará que potenciar la transmisión eléctrica a larga distancia.
- Chile no necesitará depender de otros países para balancear su energía eólica, si se instala potencia en los dos extremos norte y sur del país.

- La generación eléctrica se está volviendo siempre más dependiente de patrones atmosféricos.
- Las variaciones semanales son muy amplias e irregulares, difíciles para balancear y pueden durar semanas.
- Gracias a la investigación climática, es posible identificar cuáles son las regiones más indicadas para balancear la producción de energía eólica, disminuyendo la variabilidad semanal de un factor de tres.
- Para eso, hará que potenciar la transmisión eléctrica a larga distancia.
- Chile no necesitará depender de otros países para balancear su energía eólica, si se instala potencia en los dos extremos norte y sur del país.

- La generación eléctrica se está volviendo siempre más dependiente de patrones atmosféricos.
- Las variaciones semanales son muy amplias e irregulares, difíciles para balancear y pueden durar semanas.
- Gracias a la investigación climática, es posible identificar cuáles son las regiones más indicadas para balancear la producción de energía eólica, disminuyendo la variabilidad semanal de un factor de tres.
- Para eso, hará que potenciar la transmisión eléctrica a larga distancia.
- Chile no necesitará depender de otros países para balancear su energía eólica, si se instala potencia en los dos extremos norte y sur del país.

- La generación eléctrica se está volviendo siempre más dependiente de patrones atmosféricos.
- Las variaciones semanales son muy amplias e irregulares, difíciles para balancear y pueden durar semanas.
- Gracias a la investigación climática, es posible identificar cuáles son las regiones más indicadas para balancear la producción de energía eólica, disminuyendo la variabilidad semanal de un factor de tres.
- Para eso, hará que potenciar la transmisión eléctrica a larga distancia.
- Chile no necesitará depender de otros países para balancear su energía eólica, si se instala potencia en los dos extremos norte y sur del país.

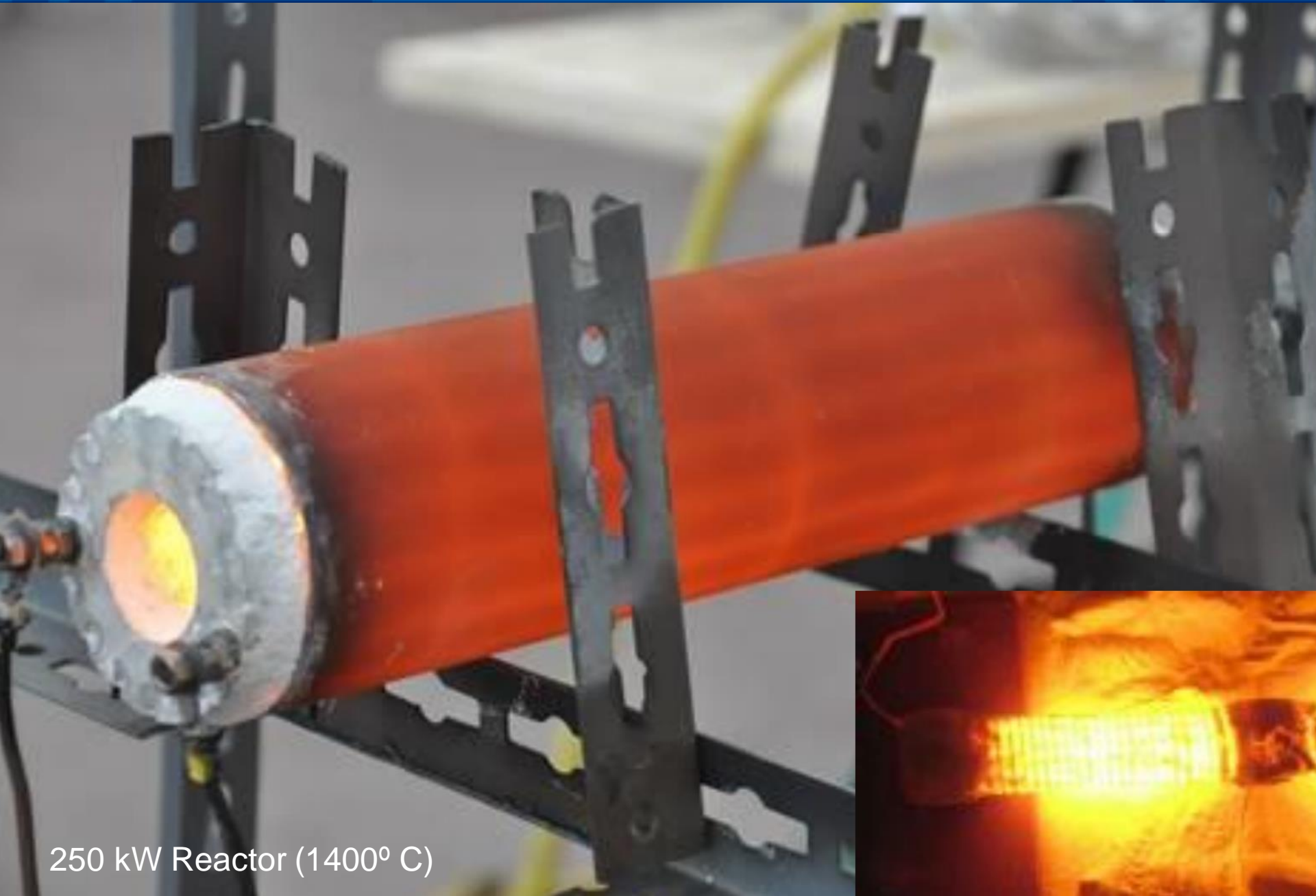
Paneles solares autolimpiantes



**Barcelona
Supercomputing
Center**
Centro Nacional de Supercomputación



NOMADD solar robot



250 kW Reactor (1400° C)



**Barcelona
Supercomputing
Center**

Centro Nacional de Supercomputación



EXCELENCIA
SEVERO
OCHOA

¡Gracias por su atención!

nicola.cortesi@bsc.es

